



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ Patentschrift  
⑩ DE 198 53 683 C 1

⑤ Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**G 01 S 7/285**  
G 01 S 7/526  
G 01 S 13/20  
G 01 S 13/93  
G 01 S 15/93

②1 Aktenzeichen: 198 53 683.6-35  
②2 Anmeldetag: 20. 11. 1998  
④3 Offenlegungstag: -  
④5 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 7. 9. 2000

DE 198 53 683 C 1

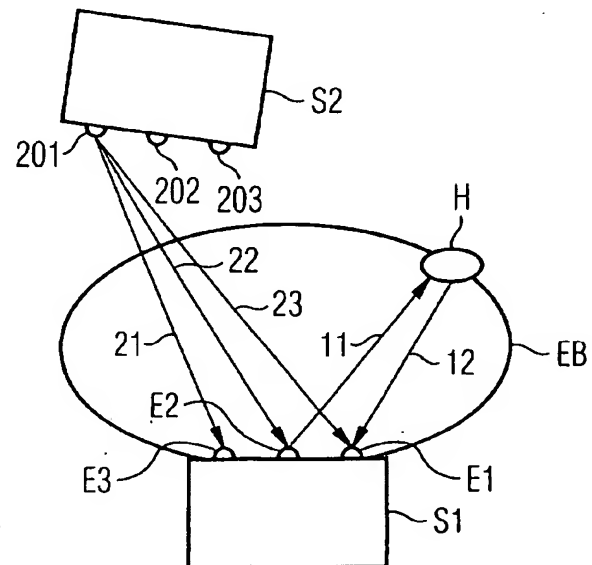
Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦3 Patentinhaber:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE  
  
⑦4 Vertreter:  
PAe Reinhard, Skuhra, Weise & Partner, 80801  
München

⑦2 Erfinder:  
Grimm, Wolfgang, Dr., 71229 Leonberg, DE  
  
⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:  
DE 197 11 467 A1  
DE 40 23 538 A1  
DE-OS 20 25 850

⑤4 Abstandsermittlungsvorrichtung und -verfahren

⑤7 Die vorliegende Erfindung schafft eine Abstandsermittlungsvorrichtung (S1), insbesondere zur Verwendung an Bord eines Kraftfahrzeuges, die eine steuerbare Empfangseinrichtung zum Empfangen eines Fremdsignals (21, 22, 23) der Sendeeinrichtung (201) einer fremden Abstandsermittlungsvorrichtung (S2), einer Steuereinrichtung zum Steuern des Betriebs der Empfangseinrichtung und eine Auswerteeinrichtung zum Auswerten des empfangenen Fremdsignals aufweist; wobei die Empfangseinrichtung mindestens drei in einer vorbestimmten geometrischen Anordnung positionierte Sensoren (E1, E2, E3) aufweist, an denen das Fremdsignal (21, 22, 23) mit erfaßbaren Laufzeitunterschieden entsprechend verschiedener Abstände ( $d_1$ ,  $d_2$ ,  $d_3$ ) von der das Fremdsignal aussendenden Sendeeinrichtung (201) zum jeweiligen Sensor (E1, E2, E3) empfangbar ist; und die Auswerteeinrichtung derart gestaltet ist, daß durch sie unter Berücksichtigung der vorbestimmten geometrischen Anordnung der Sensoren (E1, E2, E3) und der erfaßten Laufzeitunterschiede mindestens zweier Sensorpaare (E1, E2; E1, E3) ein Maß für den Abstand h der Abstandsermittlungsvorrichtung (S1) zur fremden Abstandsermittlungsvorrichtung (S2) ermittelbar ist.



DE 198 53 683 C 1

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Abstandsermittlungsvorrichtung, insbesondere zur Verwendung an Bord eines Kraftfahrzeuges, die eine steuerbare Empfangseinrichtung zum Empfangen eines Fremdsignals der Sendeeinrichtung einer fremden Abstandsermittlungsvorrichtung, eine Steuereinrichtung zum Steuern des Betriebs der Empfangseinrichtung und eine Auswerteeinrichtung zum Auswerten des empfangenen Fremdsignals aufweist. Ebenfalls betrifft die vorliegende Erfindung ein entsprechendes Abstandsermittlungsverfahren.

Aus der DE-OS 20 25 850 sind ein Verfahren und eine Einrichtung zur Ortung von Signale abgebenden Objekten bekannt. Die Ortung des Objekts erfolgt mit Hilfe von wenigstens drei örtlich getrennt angeordneten Empfängern. Die von den drei Empfängern aufgenommenen Signale des Objektes werden dabei so ausgewertet, daß von dem in allen drei Empfängern enthaltenen von dem Objekt stammenden Nutzsignal die jeweilige Laufzeit zu jedem Empfänger ermittelt wird. Hieraus werden anschließend die beiden Lagekoordinaten des Signale aussendenden Objektes bestimmt.

Die DE 197 11 467 A1 offenbart ein Verfahren zur Bestimmung des senkrechten Abstandes zwischen einem Objekt und einer sich örtlich verändernden Einrichtung mittels mehr als zwei Sensoren nach dem Reflexionsprinzip.

Obwohl auf beliebige Abstandsermittlungssysteme anwendbar, werden die vorliegende Erfindung sowie die ihr zugrundeliegende Problematik in bezug auf ein an Bord eines Kraftfahrzeuges befindliches Abstandsermittlungssystem, z. B. eines Einparksystems für PKWs, erläutert.

Bekannt sind verschiedenartige, als Abstandssensoren eingesetzte Überwachungseinrichtungen, die auf physikalischen Signalprinzipien, wie z. B. Ultraschall, Infrarot oder Mikrowelle, beruhen.

So sind Abstandssensoren bekannt, bei denen von einem Sensor ein Pulssignal ausgesendet und die Zeit bis zum Eingang eines entsprechenden Echosignales gemessen wird. Erst danach erfolgt ein neuer Sendeimpuls. Bei diesem Puls-Echo-Verfahren werden die Echos vom aussendenden und/oder von zu diesem benachbarten Sensoren empfangen. Aus der Laufzeit der reflektierten Wellen vom aussendenden Sensor zum empfangenden Sensor können Abstände zu Hindernissen ermittelt werden.

Fig. 1 illustriert in schematischer Art und Weise ein bekanntes Verfahren zur Abstandsermittlung.

Zur Abstandsermittlung wird der Abstand  $h$  von einem Hindernis  $H$  zu der Verbindungslinie zweier Sensoren  $A$ ,  $B$  nach der folgenden Formel ermittelt:

$$h = \sqrt{(c^2 - (a^2 - b^2 + c^2)/4a^2)} \quad (1)$$

wobei die Abstände  $a$  von Sendesensor  $B$  zum Empfangssensor  $A$ ,  $b$  von Hindernis  $H$  zum Sendesensor  $B$  und  $c$  vom Hindernis  $H$  zum Empfangssensor  $A$  den in Fig. 1 dargestellten geometrischen Verhältnissen entnommen werden können.

Aus Kostengründen werden mobile Systeme mit Kollisionsschwarzeinrichtungen und Arbeitsraumüberwachungssystemen zunehmend mit Sensorik gleichen Typs ausgerüstet, die sich gegenseitig stören können, sog. interferierende Systeme. Sind beispielsweise bei Verwendung von Ultraschall andere, sich in der Nähe befindende Fahrzeuge ebenfalls mit Ultraschallüberwachungseinrichtungen ausgerüstet, kann es zu Fehlinterpretationen beziehungsweise Falschmeldungen kommen. Hat ein anderes Fahrzeug beispielsweise die gleiche Pulsfolgefrequenz, kann es zu Falschmessungen kommen, ohne daß dies bemerkt wird, da die Ultraschallüberwa-

chungseinrichtung den Empfang eines Echosignales annimmt.

Weiterhin sind die bekannten Ultraschallsensoren, die immer mit der gleichen Pulsfolgefrequenz arbeiten, bei mehreren Hindernissen nur eingeschränkt verwendbar, da störende Mehrfachechos oft falsch interpretiert werden. Bei Mehrfachechos sind zudem zusätzliche Wartezeiten notwendig, bevor erneut ein Sendeimpuls ausgesandt werden kann. Auch ohne solche Störungen ist mindestens die Wartezeit einzuhalten, die ein Signal benötigt, um eine maximale Distanz hin und zurück zu durchlaufen.

Aus der DE 40 23 538 A1 ist weiterhin eine Kollisionsschwarzeinrichtung bekannt, die aufgrund eines Betriebes von zwei Sensoren und einer sogenannten Kreuzmessung zwischen Wänden, Ecken und Kanten unterscheiden kann. Nachteilig hierbei ist, daß die beiden Sensoren sequentiell betrieben werden müssen, wodurch das System relativ langsam wird. Falls sich der Gegenstand zwischen den Messungen der beiden Sensoren bewegt, kann dies zu Fehlinterpretationen führen.

Es sind Verfahren notwendig, um Störungen zu vermeiden. In diesem Zusammenhang ist eine Signal-Echo-Überwachungseinrichtung bekannt, die wenigstens eine Sendeeinheit zum Abstrahlen eines Signals und eine Empfangseinheit zum Empfangen eines von einem Gegenstand reflektierten Echosignals des abgestrahlten Signals umfaßt, und eine Steuer- und Auswerteeinheit zum Generieren des Signals und Auswerten des Echosignals aufweist, wobei das gesendete Signal zur Vermeidung von Interferenzen eine charakteristische Signalform besitzt und gemeinsam mit dem Echosignal über ein in die Auswerteeinheit integriertes, adaptives Filter ausgewertet wird.

Dadurch ist eine schnelle Detektion auch von bewegten Gegenständen möglich. Dies wird durch Aussenden einer charakteristischen Signalform, z. B. eines Zufallssignals oder einer stochastischen Pulsfolge erreicht, die gemeinsam mit einem Echosignal über das in eine Auswerteeinheit integrierte adaptive Filter zur Bestimmung des Abstandes eines Gegenstandes von der Sendeeinheit ausgewertet wird. Dadurch ist auch eine automatische Unterdrückung jeglicher Störungen durch Einsatz des adaptiven Filters möglich. Als möglich erweist sich auch ein gleichzeitiger Betrieb von mehreren Sensoren ohne gegenseitige Störungen durch Verwendung unterschiedlicher Zufallssignale als Sendesignale in Verbindung mit einem adaptiven Filter. Dieses adaptive Filter kann als digitales Filter ausgeführt sein, insbesondere als ein sogenanntes FIR-(Finite-Impulse-Response-)Filter, welches nicht-rekursiv arbeitet.

Fig. 2 illustriert ein Blockschaltbild einer solchen üblichen Ultraschall-Abstandsermittlungsvorrichtung mit adaptivem Filter.

Diese bekannte Ultraschall-Abstandsermittlungsvorrichtung besteht aus einer Sende- und Empfangseinheit 1 und einer Steuer- und Auswerteeinheit 2. Die Sende- und Empfangseinheit 1 weist einen Ultraschallsender 5 zur Abstrahlung von Ultraschallsignalen 3 und einen Ultraschallempfänger 6 zum Empfangen von Ultraschallechos 4 auf. Falls (wie z. B. im Puls-Echobetrieb) der Sende- und Empfangsvorgang sequentiell möglich sind, so können der Sender 5 und der Empfänger 6 interne Komponenten der Sende- und Empfangseinheit 1 gemeinsam verwenden, wie z. B. die Abstrahl- und Empfangsmembrane. Die Sende- und Empfangseinheit 1 setzt Sendeanforderungen aus einem Steuer- und Auswerteeinheit 2 in Ultraschallsignale 3 um, sendet diese mit dem Ultraschallsender 5 aus und empfängt die Echos 4 mit dem Ultraschallempfänger 6. Das empfangene Schallsignal 4 wird in der Sende- und Empfangseinheit 1 in ein elektrisches Signal umgesetzt und

an eine Auswerteeinheit 10 in der Steuer- und Auswerteeinheit zurückgegeben. Die Steuer- und Auswerteeinheit 2 steuert den Ultraschallsender 5 in der Sende- und Empfangseinheit 1 und bestimmt aus dem elektrischen Empfangssignal den Ort von Gegenständen 12, die sich im Sendebereich der Einrichtung befinden. Der Steuerteil 9 der Steuer- und Auswerteeinheit 2 generiert ein Zufallssignal  $s(t)$  und sendet dieses an die Sendeeinheit 5.

Dem Auswerteteil 10 der Steuer- und Auswerteeinheit 2 wird das Zufallssignal  $s(t)$  zusammen mit dem elektrischen Empfangssignal  $e(t)$  zugeführt. Der Auswerteteil 10 verwendet ein sogenanntes (nicht gezeigtes) adaptives Filter, um die Verzögerung zwischen dem Sendesignal  $s(t)$  und dem Empfangssignal  $e(t)$  zu bestimmen.

Diese bekannte Abstandsermittlungsvorrichtung kann zwar eine Interferenz mit fremden Abstandsermittlungsvorrichtungen ausschließen, doch wäre es wünschenswert, wenn man sich empfangene Signale einer fremden Abstandsermittlungsvorrichtung in irgendeiner Weise zu Nutzen machen könnte.

Die erfindungsgemäße Abstandsermittlungsvorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und das entsprechende Abstandsermittlungsverfahren gemäß Anspruch 6 weisen gegenüber den bekannten Lösungsansätzen den Vorteil auf, daß direkt empfangene Fremdsignale passiv genutzt werden können, welche von einer Entfernung stammen, welche mehr als das Doppelte des Empfangsradius einer möglicherweise vorhandenen eigenen Abstandsermittlungsvorrichtung beträgt.

Die der vorliegenden Erfindung zugrundeliegende Idee besteht darin, daß aus einem empfangenen Fremdsignal der Abstand zum Fremdsystem aus der geometrischen Anordnung der Sensoren und den erfaßten Laufzeitunterschieden des Fremdsignals und zusätzlich bzw. alternativ aktiv durch Reflexionsmessung ermittelt werden kann.

In den Unteransprüchen finden sich vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der erfindungsgemäßen Gegenstände.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung weist die Empfangseinrichtung drei auf einer Geraden positionierte Sensoren auf, wobei der Abstand zwischen einem ersten äußeren Sensor und dem mittleren Sensor  $2g_1$  beträgt und der Abstand zwischen dem ersten äußeren Sensor und dem zweiten äußeren Sensor  $2g_2$  beträgt. Solch eine lineare Anordnung erleichtert die Ermittlung des Abstandsmaßes  $h$  und ist bei existierenden Systemen allgemein üblich.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung ist als Maß für den Abstand  $h$  der senkrechte Abstand der fremden Abstandsermittlungsvorrichtung zu der Geraden ermittelbar.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung ist das gesendete Signal gemeinsam mit dem Echosignal über ein in die Auswerteeinheit integriertes adaptives Filter auswertbar.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung benutzt die Puls-Echo-Überwachungseinrichtung zumindest teilweise dieselben Sensoren wie die Empfangseinrichtung zum Empfangen des Fremdsignals. Durch die Verwendung gleichartiger Sensorik können die Signale einer fremden Abstandsermittlungsvorrichtung zur Abstandsermittlung ökonomisch passiv genutzt werden, bevor eine möglicherweise vorhandene eigene Abstandsermittlungsvorrichtung aktiv genutzt wird.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 in schematischer Art und Weise ein bekanntes Ver-

fahren zur Abstandsermittlung;

Fig. 2 ein Blockschaltbild einer üblichen Ultraschall-Abstandsermittlungsvorrichtung;

Fig. 3 eine schematische Darstellung, wie ein Fremdsignal von einem Fremdsystem an drei Sensoren empfangen wird und wie ein Echo vom eigenen System an einem Sensor empfangen wird und

Fig. 4 eine detaillierte geometrische Darstellung, wie ein Fremdsignal von einem Fremdsystem an drei Sensoren empfangen wird, zur Erläuterung einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens.

In den Figuren bezeichnen gleiche oder funktionsgleiche Komponenten.

Fig. 3 ist eine schematische Darstellung, wie ein Fremdsignal von einem Fremdsystem an drei Sensoren empfangen wird und wie ein Echo vom eigenen System an einem Sensor empfangen wird.

In Fig. 3 bezeichnet S1 ein erstes System zur Durchführung eines bekannten Puls-Echo-Verfahrens zur Abstandsermittlung und zur Durchführung einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zur passiven Abstandsermittlung von einem Fremdsystem, beispielsweise dem System S2, anhand von entsprechenden Fremdsignalen, welche das System S2 aussendet.

E1, E2, E3 bezeichnen Sende/Empfangssensoren des Systems S1; EB einen Empfangsbereich des Systems S1; H ein im Empfangsbereich EB gelegenes Hindernis; 11 und 12 ein Puls-Echo-Signal des Systems S1; 201, 202, 203 Sende/Empfangssensoren des Systems S2 und 21, 22, 23 Signalwege von einem vom Sensor 201 des Systems S2 ausgesendeten Pulssignal, welches entsprechend unterschiedlicher Weglängen zu verschiedenen Zeiten an den Sensoren E1, E2 bzw. E3 erfaßt wird.

Das Verfahren der Abstandsermittlung vom Fremdsystem S2, das mit der gleichen Sensorik arbeitet wie das betrachtete System S1 in Fig. 3, zielt darauf ab, aus den Sendesignalen des Fremdsystems S2 direkt einen Abstand zu ermitteln bevor das eigene Detektionssystem (Puls-Echo-Signal 11, 12 des Systems S1) aktiviert wird.

Dies ist deshalb möglich, weil das Sendesignal des Sensors 201 des Fremdsystems S2 bis zur Detektion durch das eigene Sensorsystem des Systems S1 nur die einfache Wegstrecke anstelle des sonst notwendigen Weges bis zum zu detektierenden Hindernis H und wieder zurück, wie Fig. 3 dargestellt, zurücklegen muß.

Der Vorteil gegenüber dem Stand der Technik besteht also darin, daß Fremdsysteme bereits in mehr als doppelt so großer Entfernung durch die passive Empfangssensorik des Systems S1 detektiert werden können, und zwar noch bevor das eigene aktive, nach dem Puls-Echo-Verfahren arbeitende Sensorsystem das sich nähernde Fremdsystem S2 erkennt.

Wichtig ist dabei, daß nicht eigene Signale, falls ausgesendet, als Fremdsignale identifiziert werden, also Fremdsignale auch als solche erkannt werden können, wie beispielsweise durch das System nach Fig. 2 oder durch geeignete Zeitschlitzte der aktiven Erfassung usw.

Fig. 4 ist eine detaillierte geometrische Darstellung, wie ein Fremdsignal vom Fremdsystem S2 an den drei Sensoren E1, E2, E3 des Systems S1 empfangen wird, zur Erläuterung einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Die Sensoren E1, E2, E3 des Systems S1 detektieren zwar die Signale des Fremdsenders (z. B. 201), kennen aber nicht ihre jeweilige Signallaufzeit, sondern nur die relativen Differenzen der Laufzeiten.

Dies bedeutet, daß die Abstände  $d_1$ ,  $d_2$  und  $d_3$  von den Orten der Sensoren E1, E2 und E3 zum Ort des Systems S2 (näherungsweise Ort des Sensors 201) im Gegensatz zu Fig.

1 nicht bekannt sind, jedoch die Differenzen  $d_3 - d_2 = 2a_2$  und  $d_2 - d_1 = 2a_1$ , nämlich aus dem Zeitunterschied des Empfangs mal der Signalausbreitungsgeschwindigkeit.

Dabei ist offensichtlich, daß der Senderpunkt auf dem geometrischen Ort aller Punkte liegen muß, für den die Differenz der der Laufzeit entsprechenden Abstände von zwei

gegebenen Empfängerpunkten (Brennpunkten) konstant ist. Dieser geometrische Ort ist für die Empfänger E1 und E2 eine Hyperbel HYP mit der Gleichung

$$(x/a_1)^2 - (h^2/(g_1^2 - a_1^2)) = 1 \quad (2)$$

wobei die Konstante  $g_1$  aus der hier linearen geometrischen Sensoranordnung gegeben ist, wie zum Beispiel aus dem Sensorabstand auf einer Kfz-Stoßstange beim Parkpiloten. Die Unbekannte  $x$  in Gleichung (2) kann nun durch eine zweite Laufzeitdifferenzmessung zwischen dem Sensorpaar E2 und E3 oder zwischen dem Sensorpaar E1 und E3 bestimmt werden.

Dazu wird der Parameter  $a_2$  über eine Messung bestimmt, für den in Analogie zu Gleichung (2) beispielsweise für die Empfängerkombination E1 und E3 die Beziehung

$$(x - (g_2 - g_1))^2/a_2^2 - (h^2/(g_2^2 - a_2^2)) = 1 \quad (3)$$

gilt, wobei  $g_2$  den halben Abstand zwischen E1 und E3 bezeichnet und der Mittelpunkt des Streckenabschnitts von E1 nach E3 im  $(h, x)$ -Koordinatensystem sich bei  $x = -(g_2 - g_1)$  befindet. Häufig gilt der Spezialfall  $g_2 = 2g_1$ , was äquidistante Sensorabstände bedeutet, wie sie z. B. auf der Kfz-Stoßstange von Park-Piloten anzutreffen sind.

Aus den zwei Hyperbelgleichungen (2) und (3) folgt nun die Eliminierung von  $x$  korrespondierend zur obigen Gleichung (1) aus den unterschiedlichen Bestimmungsgleichungen für den Abstand  $h$ , je nachdem welche Sensorkombination betrachtet wird. Alle diese Bestimmungsgleichungen haben die Form

$$h = \text{Funktion}(a_1, a_2, g_1, g_2) \quad (4)$$

Diese Bestimmungsgleichungen sind aufgrund ihrer Komplexität hier nicht explizit angegeben, aber für den Fachmann leicht ableitbar. Die Geometriewerte  $g_1$  und  $g_2$  in Gleichung (4) sind bekannt, und  $a_1$  und  $a_2$  müssen über Laufzeitdifferenzmessungen ermittelt werden.

Damit ergibt sich die folgende Ausführungsform für das erfindungsgemäße Verfahren zur Abstandsbestimmung und Kollisionswarnung:

- a) Es wird zunächst durch die Auswerteeinheit des Systems S1 eine Erkennung des Vorliegens eines Fremdsignals durchgeführt, z. B. unter Verwendung der adaptiven Filtertechnik.
- b) Dann erfolgt eine Messung der Laufzeitdifferenzen  $a_1$  und  $a_2$  durch Signalempfang an den drei auf Empfang geschalteten Sensoren E1, E2 und E3.
- c) Darauf folgend werden die Geometriekonstanten  $g_1$  und  $g_2$  von einem festen Speicher in den Programmspeicher gelesen unter der Abstand des Fremdsystems S2 gemäß Formel (4) bzw. aus den Gleichungen (2) und (3) berechnet.
- d) Erforderlichenfalls kann Kollisionswarnung nach geeigneter Auswertung von den Abstandsdaten erfolgen.
- e) Bei Erreichen des Erfassungsbereichs EB des eigenen Abstandsermittlungssystems kann dieses zusätzlich oder alternativ eingeschaltet werden.

Dieses Vorgehen ermöglicht eine frühzeitige Detektion von interferierenden Sensorsystemen durch "passive" Abstandsermittlung (nur durch Empfangen), noch bevor ein Fremdsystem in den Detektionsbereich der "aktiven" Sensorik (mit Puls-Echo-Prinzip) eingedrungen ist, mit dem Potential zur Verbesserung von Einrichtungen zur Kollisionswarnung und Arbeitsraumüberwachung. Auch liefert das Zusammenspiel von aktiver und passiver Abstandsermittlung eine erhöhte Robustheit der Detektion von Fremdsystemen, und zwar auch nachdem Fremdsysteme in den Detektionsbereich des eigenen aktiven Sensorsystems eingedrungen sind.

Obwohl die vorliegende Erfindung vorstehend anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels beschrieben wurde, ist sie darauf nicht beschränkt, sondern auf vielfältige Weise modifizierbar.

Weitere Beispiele für Applikationsgebiete für eine solche Abstandsbestimmung von Fremdsystemen sind Sicherheitsysteme wie z. B. zum Einrichtbetrieb von Maschinen und für Industrie- und Serviceroboter, Flurförderfahrzeuge.

Obwohl im obigen Beispiel die Kombination eines aktiven und eines passiven Abstandsermittlungssystems gezeigt wurde, kann prinzipiell nur ein passives Abstandsermittlungssystem vorgesehen sein.

Auch kann die geometrische Anordnung der drei Empfangssensoren zur passiven Abstandsermittlung von der gezeigten linearen Anordnung abweichen, was unter Umständen zu Bestimmungsgleichungen für den Abstand  $h$  führt, welche nicht analytisch, sondern nur numerisch lösbar sind.

Letztlich können auch mehr als drei Empfangssensoren verwendet werden und über eine Reihe von Laufzeitdifferenzen entsprechender Sensorpaare gemittelt werden.

#### BEZUGSZEICHENLISTE

- a, b, c Entfernungen
- A, B Sensoren
- h senkrechter Abstand
- 1 Sende/Empfangseinheit
- 2 Steuer/Auswerteeinheit
- 3 Ultraschallsignal
- 4 Echosignal
- 5 Sender
- 6 Empfänger
- 9 Steuerteil
- 10 Auswerteteil
- 12 Gegenstand
- s(t) Zufallssignal
- e(t) Empfangssignal
- E1, E2, E3 Sensoren
- $g_1, g_2$  Geometrieparameter
- $d_1, d_2, d_3$  Abstände
- $2a_1, 2a_2$  Laufzeitunterschiede
- H Hindernis
- EB Empfangsbereich
- 11, 12 Puls-Echo-Signal
- 21, 22, 23 Fremdsignal
- 201, 202, 203 Sensoren-Fremdsystem
- S1, S2 eigenes, fremdes System

#### Patentansprüche

1. Abstandsermittlungsvorrichtung (S1), insbesondere zur Verwendung an Bord eines Kraftfahrzeuges, die eine steuerbare Empfangseinrichtung zum Empfangen eines Fremdsignals (21, 22, 23) der Sendeeinrichtung (201) einer fremden Abstandsermittlungsvorrichtung (S2), eine Steuereinrichtung zum Steuern des Betriebs

der Empfangseinrichtung und eine Auswerteeinrichtung zum Auswerten des empfangenen Fremdsignals aufweist;

wobei

die Empfangseinrichtung mindestens drei in einer vorbestimmten geometrischen Anordnung positionierte Sensoren (E1, E2, E3) aufweist, an denen das Fremdsignal (21, 22, 23) mit erfaßbaren Laufzeitunterschieden entsprechend verschiedener Abstände ( $d_1$ ,  $d_2$ ,  $d_3$ ) von der das Fremdsignal aussendenden Sendeeinrichtung (201) zum jeweiligen Sensor (E1, E2, E3) empfangbar ist;

die Auswerteeinrichtung derart gestaltet ist, daß durch sie unter Berücksichtigung der vorbestimmten, geometrischen Anordnung der Sensoren (E1, E2, E3) und der erfaßten Laufzeitunterschiede mindestens zweier Sensorpaare (E1, E2; E1, E3) ein Maß für den Abstand (h) der Abstandsermittlungsvorrichtung (S1) zur fremden Abstandsermittlungsvorrichtung (S2) ermittelbar ist; und

eine Signal-Echo-Überwachungseinrichtung vorgesehen ist, die wenigstens eine Sendeeinheit (E2) zum Abstrahlen eines Signals (11) und eine Empfangseinheit (E3) zum Empfangen eines von einem Gegenstand (H) reflektierten Echosignals (12) der abgestrahlten Signals umfaßt, und eine Steuer- und Auswerteeinheit zur Generieren des Signals und Auswerten des Echosignals aufweist, wobei das gesendete Signal (11) zur Vermeidung von Interferenzen mit dem Fremdsignal eine charakteristische Signalform besitzt.

2. Abstandsermittlungssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Empfangseinrichtung drei auf einer Geraden positionierte Sensoren (E1, E2, E3) aufweist, wobei der Abstand zwischen einem ersten äußeren Sensor (E1) und dem mittleren Sensor (E2)  $2g_1$  beträgt und der Abstand zwischen dem ersten äußeren Sensor (E1) und dem zweiten äußeren Sensor (E3)  $2g_2$  beträgt.

3. Abstandsermittlungssystem nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß als Maß für den Abstand h der senkrechte Abstand der fremden Abstandsermittlungsvorrichtung (S2) zu der Geraden ermittelbar ist.

4. Abstandsermittlungssystem nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß das gesendete Signal (11) gemeinsam mit dem Echosignal (12) über ein in die Auswerteeinheit integriertes adaptives Filter auswertbar ist.

5. Abstandsermittlungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Signal-Echo-Überwachungseinrichtung zumindest teilweise dieselben Sensoren (E2, E3) wie die Empfangseinrichtung zum Empfangen des Fremdsignals (21, 22, 23) benutzt.

6. Abstandsermittlungsverfahren unter Verwendung einer Abstandsermittlungsvorrichtung nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch folgende Schritte:

Speichern von einem oder mehreren Geometrieparametern ( $g_1$ ,  $g_2$ ) für die geometrische Anordnung der Sensoren (E1, E2, E3);

Durchführen einer Erkennung des Vorliegens eines Fremdsignals (21, 22, 23) durch die Auswerteeinrichtung;

Messen der Laufzeitdifferenzen ( $a_1$ ,  $a_2$ ) zweier Sensorpaare (E1, E2; E1, E3) durch Signalempfang an den drei auf Empfang geschalteten Sensoren (E1, E2, E3); Ermitteln eines Maßes für den Abstand (h) der Abstandsermittlungsvorrichtung (S1) zur fremden Ab-

standsermittlungsvorrichtung (S2) aus den gespeicherten Geometrieparametern ( $g_1$ ,  $g_2$ ) und den gemessenen Laufzeitdifferenzen ( $a_1$ ,  $a_2$ ); und zusätzliches oder alternatives Einschalten der Signal-Echo-Überwachungseinrichtung, falls das ermittelte Maß für (h) das Erreichen des Erfassungsbereichs (EB) der Signal-Echo-Überwachungseinrichtung anzeigt.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -

FIG 1

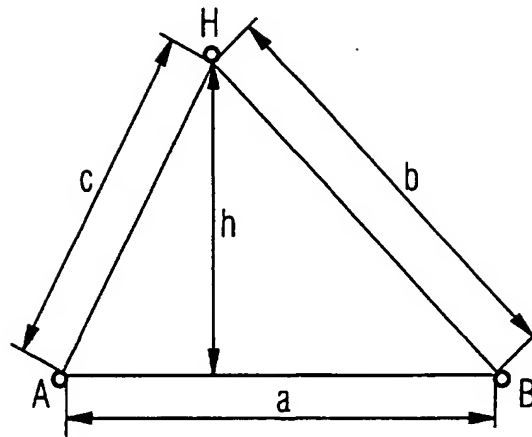
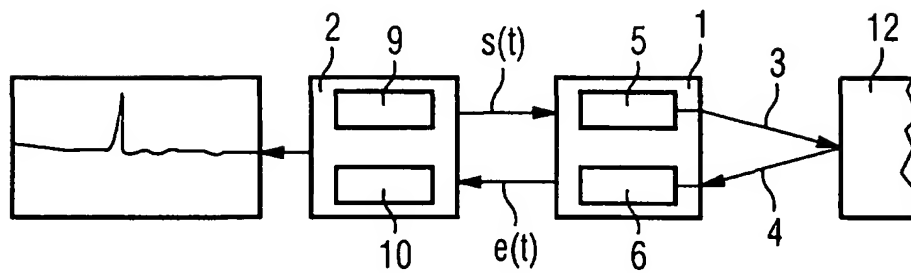
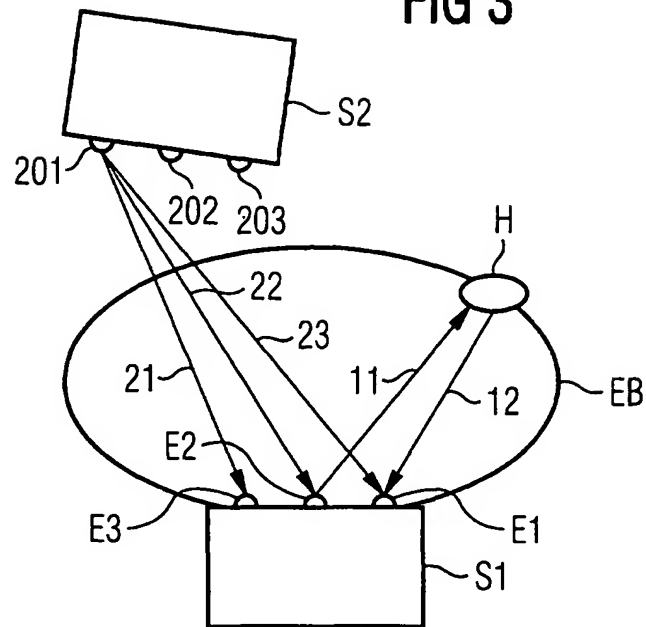


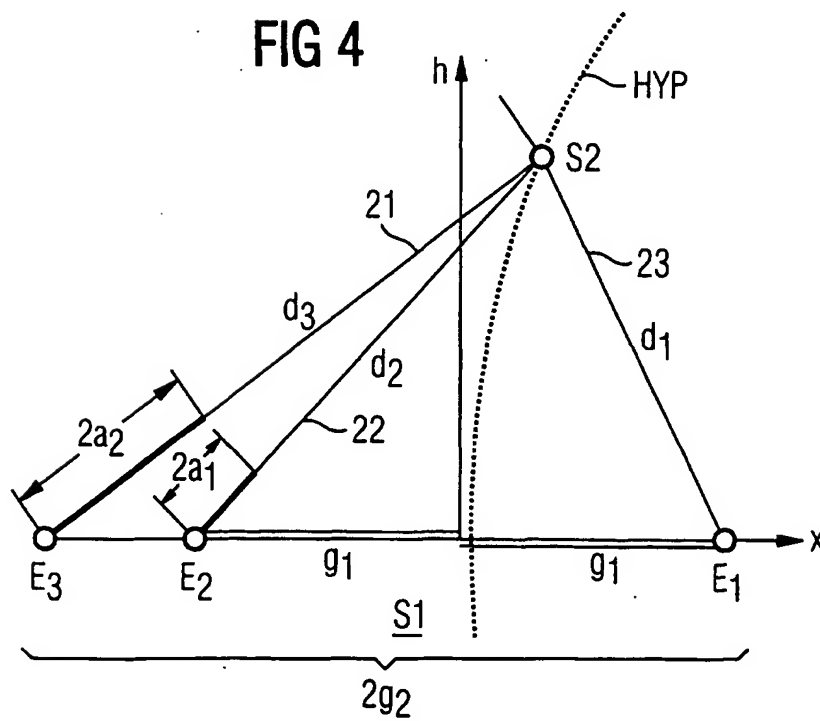
FIG 2



**FIG 3**



**FIG 4**



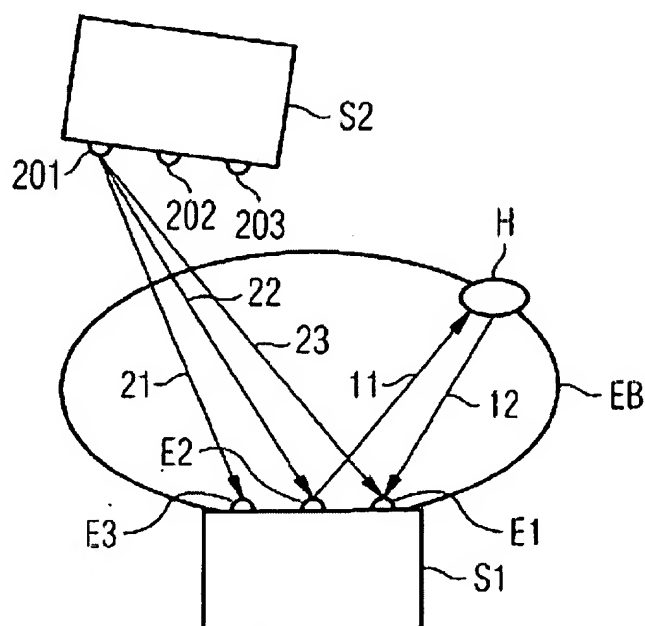


**Distance measurement device derives distance to external device from external signal transition time differences of at least two sensor pairs and known sensor disposition**

**Patent number:** DE19853683  
**Publication date:** 2000-09-07  
**Inventor:** GRIMM WOLFGANG [DE]  
**Applicant:** BOSCH GMBH ROBERT [DE]  
**Classification:**  
- **international:** G01S7/285; G01S7/526; G01S13/20; G01S13/93; G01S15/93  
- **europaean:** G01S5/06; G01S5/22; G01S13/93C; G01S15/93  
**Application number:** DE19981053683 19981120  
**Priority number(s):** DE19981053683 19981120

**Abstract of DE19853683**

The device has a controllable receiver for receiving signals from external distance measurement devices, a receiver controller and an evaluation device. The receiver has at least three geometrically positioned sensors (E1-E3) at which the external signal (21-23) is received with different detectable transition time differences. The evaluation device derives the distance to the external device from the transition time differences of at least two sensor pairs and the known sensor disposition. A signal-echo monitoring device transmits a signal with a characteristic signal shape selected to avoid interference with the external signal. Independent claims are also included for a distance measurement system and for a distance measurement method



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

8

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINE(S) OR MARK(S) ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**